

Analisis Beban Gempa Pada Gedung A1 Pemandokan Upt. Asrama Haji Embarkasi Aceh Dengan Metode Statik Ekuivalen (SNI 1726-2019)

Ferry Farhany¹, Munirul Hady², Bunyamin³, David Sarana⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandarmuda

*Koresponden email: befatab@gmail.com

Diterima: 26 Mei 2023

Disetujui: 31 Juli 2023

Abstract

Buildings are required to be able to withstand the loads that occur and can provide comfort to the occupants as planned. The object of this research is Building A1 of the Aceh Hajj Embarkation Dormitory which is located on Jalan Teuku Nyak Arif, Kuta Alam District. The purpose of this study was to look at the strength of the building structure in response to earthquake forces, based on data from the Simeulue I earthquake with a magnitude of 8.3 on the Richter scale. Overview of this research in the form of deformation, displacement and deviation between levels. The problem in this research is how the resilience of the building structure. This study uses the Equivalent Static method with data processing using ETABS v20 software. From the analysis results, it was found that the base shear strength due to earthquake loads was 2.47×10^{-6} kN for the x direction and 2302.1099 kN for the y direction. The largest maximum lateral displacement is 0.056 mm for the x direction and 4.302 mm for the y direction, causing the interstory drift of each combination of loading of the building structure to be within the limits permitted by earthquake resistant building standards (SNI 1726: 2019)

Keywords: Equivalent Static Analysis, ETABS, SNI 1726-2019, Deformation, Displacement.

Abstrak

Bangunan gedung dituntut mampu bertahan dalam menahan beban yang terjadi dan dapat memberikan kenyamanan kepada penghuninya sesuai dengan yang direncanakan. Objek penelitian ini adalah Bangunan Gedung A1 Pemandokan Asrama Haji Embarkasi Aceh yang terletak di Jalan Teuku Nyak Arif, Kecamatan Kuta Alam. Tujuan penelitian ini melihat kekuatan struktur gedung merespon gaya gempa, berdasarkan data gempa Simeulue I dengan magnitudo 8,3 SR. Tinjauan penelitian ini berupa deformasi, displacement dan simpangan antar tingkat. Permasalahan dalam penelitian ini bagaimana ketahanan struktur gedung. Penelitian ini menggunakan metode Statik Ekuivalen dengan pengolahan datanya menggunakan software ETABS v20. Dari hasil analisis diperoleh bahwa kekuatan geser dasar akibat beban gempa sebesar $2,47 \times 10^{-6}$ kN untuk arah x dan 2302,1099 kN untuk arah y. Perpindahan lateral maksimum terbesar yaitu 0.056 mm untuk arah x dan 4.302 mm untuk arah y, sehingga menyebabkan interstory drift dari setiap kombinasi pembebanan struktur bangunan ini masih dalam batas yang diizinkan oleh standar bangunan tahan gempa (SNI 1726:2019).

Kata Kunci: Analisis Statik Ekuivalen, ETABS, SNI 1726-2019, Deformasi, Displacement.

1. Pendahuluan

Bangunan gedung memiliki fungsi penting bagi kehidupan manusia terutama dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Sebuah bangunan gedung dituntut dapat digunakan sesuai fungsi dan mampu bertahan sesuai dengan yang direncanakan. Dalam perencanaan sebuah gedung bertingkat harus memperhatikan beberapa aspek dari unsur kekuatan, kenyamanan. Konstruksi gedung harus mampu menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi, sehingga bangunan atau struktur gedung aman dalam jangka waktu yang direncanakan.

Maka dari itu, Badan Standarisasi Nasional mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) terbaru berkaitan dengan perencanaan gedung bertingkat. SNI 1726–2019 merupakan SNI terbaru yang mengatur tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Selain itu, Badan Standarisasi Nasional juga melakukan pembaruan peraturan agar lebih efektif dan efisiensi dalam perencanaan maupun pembangunan suatu gedung. SNI 1726–2019 merupakan SNI terbaru yang mengatur tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Pembaruan SNI tersebut guna menyempurnakan beberapa parameter pada SNI sebelumnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perilaku struktur bangunan Gedung A1 Pemandokan UPT. Asrama Haji Embarkasi Aceh dalam merespon besarnya gempa Simeulue I dengan metode *Statik Ekuivalen*, mengetahui dan menganalisis deformasi yang terjadi pada struktur dalam menahan beban gempa tersebut yang berupa *displacement* dan simpangan antar lantai, dan untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja berupa gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser pada kolom dan balok gedung tersebut.

Dari hasil analisis diperoleh bahwa kekuatan geser dasar akibat beban gempa sebesar $2,47 \times 10^6$ kN untuk arah x dan 2302,1099 kN untuk arah y. Perpindahan lateral maksimum terbesar yaitu 0.056 mm untuk arah x dan 4.302 mm untuk arah y, sehingga menyebabkan interstory drift dari setiap kombinasi pembebanan struktur bangunan ini masih dalam batas yang diizinkan oleh standar bangunan tahan gempa (SNI 1726:2019).

2. Metodologi Penelitian

Gaya geser merupakan gaya yang bekerja tegak lurus dengan bidang struktur. SNI 2847 – 2013, menjelaskan gaya geser dasar adalah gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tingkat dasar, Badan Standarisasi Nasional [1].

SNI 1727 (2020), beban mati adalah berat seluruh bahankonstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan system pengangkut material [2].

Diphohusodo (1993), mengungkapkan nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% dari kuat tekannya [3].

Apabila berat seismik efektif (W) dan tinggi tiap lantai semakin besar maka beban gempa statik ekuivalen yang terjadi juga akan semakin besar [4].

Beban gempa adalah beban yang timbul akibat percepatan getaran tanah pada saat gempa terjadi. Beban gempa dapat dilakukan dengan analisis gayalateral ekuivalen, analisis respon spektrum dan prosedur riwayat respon seismic [5].

Poerbo (2000) mengungkapkan, hal-hal penting yang mendasari bentuk gedung dalam hubungannya dengan ketahanan gempa menurut para ahli adalah:

- Simetris dalam denah dan potongan vertikal;
- Untuk menghindari puntiran, pusat kekakuan harus berimpit dengan titik pusat massa;
- Sedikit mungkin kantiliver dan sayap agar sedikit mungkin terjadinyadefleksi horizontal;

- d. Buat variasi dalam sistem bangunan dengan tanpa menghancurkan sistemgedung;
- e. Pilih sistem struktur dan bentuk gedung untuk menambah stabilitas gedung; dan
- f. Rencanakan seberapa mungkin menara-menara yang berdiri sendiri ataugedung gepeng yang berdiri sendiri untuk mencegah benturan massa gedung tinggi terhadap massa yang rendah [6].

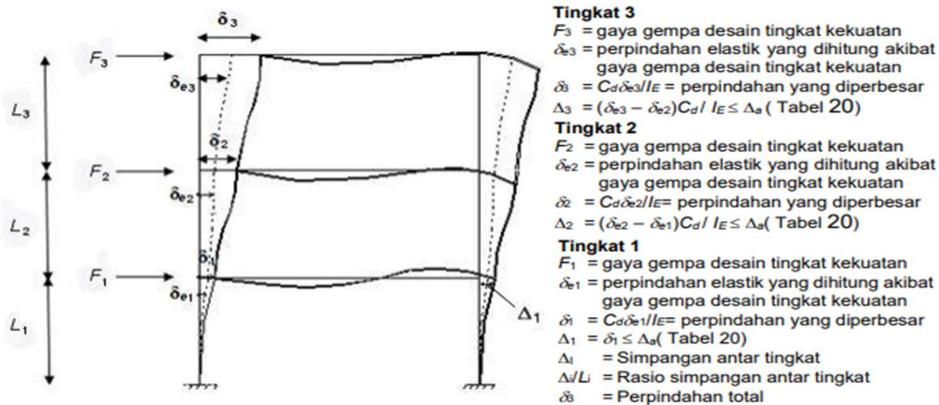
Schodek (1998) menyebutkan, struktur harus mampu memikul beban rancang secara aman tanpa kelebihan tegangan pada material dan mempunyai deformasi yang masih dalam daerah yang diizinkan [7].

Suharjanto gempa bumi didefinisikan sebagai getaran sifat alami yang terjadi pada lokasi tertentu dan sifatnya tidak berkelanjutan. Gempa biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi) secara tiba-tiba (*sudden slip*) [8].

Widodo (2017), derajat kebebasan (degree of freedom) adalah derajat independensi yang diperlukan untuk menyatakan posisi suatu sistem derajat pada setiap saat. Apabila suatu titik yang ditinjau mengalami perpindahan tempat secara X, Y, dan Z, maka sistem mempunyai tiga derajat kebebasan [9].

Simpangan Antar Tingkat (Story Drift)

Penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau (lihat Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Penentuan Simpangan Antar Tingkat
 Sumber : SNI 1726-2019

Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan izin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya seismik desain yang ditetapkan dalam 0 tanpa reduksi untuk desain tegangan izin. (SNI 1726-2019:75). Defleksi pada pusat massa di tingkat x (δ_x) dalam mm harus ditentukan sesuai dengan persamaan :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \tag{1}$$

Dengan:

- C_d = faktor pembesaran Simpangan Lateral dalam Tabel 12 SNI 1726-2019
- δ_{xe} = defleksi pada lokasi yang disyaratkan pada pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastis
- I_e = faktor keutamaan gempa

Tabel 2.1 Simpangan Antar Tingkat Izin

| Struktur | Kategori risiko | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| | I atau II | III | IV |
| Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat. | $0,025h_{sx}^c$ | $0,020h_{sx}$ | $0,015h_{sx}$ |
| Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d | $0,010h_{sx}$ | $0,010h_{sx}$ | $0,010h_{sx}$ |
| Struktur dinding geser batu bata lainnya | $0,007h_{sx}$ | $0,007h_{sx}$ | $0,007h_{sx}$ |
| Semua struktur lainnya | $0,020h_{sx}$ | $0,015h_{sx}$ | $0,010h_{sx}$ |

Sumber : SNI 1726-2019

Gaya Geser Dasar (Base Shear Force)

Gaya geser dasar merupakan Gaya yang terjadi pada dasar Gedung yang di akibatkan oleh Gerakan tanah mengakibatkan gaya reaksi pada gedung. Anonim (2013), menjelaskan gaya geser dasar adalah gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tingkat dasar. Gaya geser Gaya geser seismik (V) dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$V = C_s W \quad (2)$$

Dimana :

V = Base shear

C_s = Koefisien gempa

W = Berat struktur efektif

Koefisien C_s harus ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C_s = \frac{SDS}{R} \frac{1}{I_e} \quad (3)$$

Dengan nilai R merupakan faktor modifikasi respons Nilai C, tidak perlu melebihi nilai dari persamaan :

$$C_s = \frac{SD1}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (4)$$

Nilai C_s tidak kurang dari nilai persamaan :

$$C_s = 0,044 \cdot SDS \cdot I_e \geq 0,01 \quad (5)$$

Apabila bangunan struktur berlokasi di daerah dengan nilai S₁ ≥ 0,6g maka C_s harus tidak kurang dari persamaan :

$$C_s = \frac{0,5S1}{R} \frac{1}{I_e} \quad (6)$$

Keterangan :

S_{D1} = Parameter percepatan Response spectrum desain pada perioda sebesar 1,0 detik

T = Perioda fundamental struktur (detik)

S₁ = Parameter percepatan respons maksimum

Nilai gaya geser yang telah didapatkan tidak boleh kurang dari 85% nilai V.

Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI (1726 2019:25) Pasal 4.2, faktor-faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal dan beban gempa nominal yang harus ditinjau adalah sebagai berikut:

$$U = 1,4 D \quad (7)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) \quad (8)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L_r \text{ atau } 0,5W) \quad (9)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) \quad (10)$$

$$U = 0,9 D + 1,0 W \quad (11)$$

$$U = 1,2 D + E_v + E_h + L \quad (12)$$

$$U = 0,9 D - E_v + E_h \quad (13)$$

Keterangan :

U = beban ultimit

D = beban mati;

L = beban hidup

R = beban hujan;

W = beban angin.

E_v = pengaruh beban seismik vertikal;

E_h = pengaruh beban seismik horizontal.

Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa

| Jenis pemanfaatan | Kategori risiko |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya | I |
| Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik | II |
| Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: | III |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p> | |
| <p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p> | IV |

(Sumber; SNI 03-1726-2019)

Faktor keutamaan gempa

| Kategori risiko | Faktor keutamaan gempa, I_e |
|-----------------|-------------------------------|
| I atau II | 1,0 |
| III | 1,25 |
| IV | 1,50 |

(Sumber; SNI 03-1726-2019)

Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan analisis beban gempa menggunakan metode *static ekuivalen* pada bangunan gedung yaitu:

1. Menurut Irpan Rifandi¹, Eko Walujodjati (2020) “Analisis Beban Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726-2019 pada Gedung IPAL”. Penelitian ini dilakukan untuk Terdapat penelitian yang menyimpulkan bahwa perhitungan pembebanan gempa dengan menggunakan metode statik ekuivalen lebih akurat ketimbang menggunakan metode analisis respon spektrum dikarenakan dalam penelitian ini ketinggian bangunan hanya sekitar 28 meter [1]. Hal yang membedakan berat struktur lantai 1 dengan lantai tipikal (2-9) dan lantai atap hanyalah berat kolom dan berat dinding geser serta beban gempa statik ekuivalen yang terjadi menjelaskan bahwa Tinggi setiap lantai mempengaruhi [2]. Kemudian ada penelitian mengenai Struktur gedung beraturan di wilayah kota Semarang yang perencanaannya sebagai Struktur Rangka dengan Pemikul Momen Khusus (SRPMK) [3]. Hasil penelitian menunjukkan beban gempa statik ekuivalen yang terjadi dipengaruhi berat seismik efektif (W) dan ketinggian di tiap lantai. Apabila berat seismik efektif (W) dan tinggi tiap lantai semakin besar maka beban gempa statik ekuivalen yang terjadi juga akan semakin besar.
2. Menurut Nadya Safira, Surya Sebayang, Masdar Helmi (2018) “Analisis Pengaruh Beban Gempa pada Gedung Tiga Lantai Menggunakan Metode Statik Ekuivalen” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh beban gempa pada struktur gedung sekolah tiga lantai di daerah Lampung Barat. Pengaruh gempa yang ditinjau mencakup dimensi, tulangan, dan defleksi struktur dengan membandingkan terhadap gedung tanpa beban gempa.
3. Menurut Rafki Imani, Rita Nasmirayanti, Utami Dewi Arman, Afrilda Sari (2021) “Analisa Beban Lateral Akibat Gempa Dengan Metode Statik Ekuivalen” Penelitian ini dilakukan untuk menentukan gaya geser beban lateral terhadap gedung RS H. Hanafie yang terdapat di Kabupaten Muaro Bungo Provinsi Jambi. Metode yang digunakan adalah metode analisis statik ekuivalen dengan hasil penelitian diperoleh gaya geser arah X=3,85 kN dan arah Y=57,23 kN pada periode 1 detik.

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk permodelan struktur bangunan ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dilapangan seperti data mengenai mutu material beton dan pengukuran struktur yang diambil menggunakan Survey pada saat proses pembangunan pada tahun 2021. Sedangkan Data Sekunder adalah data yang dikumpulkan secara tidak langsung berupa data gambar bangunan dan detail strukturnya yang diperoleh dari as built drawing.

Data Objek Bangunan

Data bangunan yang akan dianalisis adalah sebagai berikut :

- Denah dan tampak bangunan
- Dinding penutup bangunan dan pemisah antara ruang terbuat dari pasangan bata ringan.
- Koordinat : N 5° 57'20.546" E 95° 34'35.349"
- Tanah Dasar : Tanah Lunak (E)
- Fungsi bangunan : Fasilitas Penginapan

- Konstruksi : Beton Bertulang
- Jumlah Lantai : 5 lantai
- Beton Struktur : $f'c$ 25 Mpa (K.250), Modulus Elastisitas Beton ($E = 4700\sqrt{23500}$ Mpa)
- Baja : - Baja $\varnothing < 14$ mm $f_y = 240$ Mpa (Polos)
- Baja $\varnothing > 14$ mm $f_y = 320$ Mpa (Ulir)
- Sistem Struktur : Sistem rangka pemikul momen khusus (SPRMK)
- Lokasi : Kota baru – Kota Banda Aceh
- Kategori resiko : II
- Faktor keutamaan gempa, I_e : 1,0
- Kontraktor Pelaksana : PT. Genthass Tri Jaya Kso (Kerja Sama Operasi) CV. Suman Toko
- Konsultan Pengawas : PT. Riau Multi Cipta Dimensi

Mutu Bahan

Gedung A1 Pemandokan UPT. Asrama Haji Embarkasi Aceh ini dibangun menggunakan struktur beton bertulang. Dengan data mutu material beton yang diperoleh dari hasil survey diperoleh untuk kolom, balok, plat lantai dan *shearwall* sebesar 25 MPa (K250). Sedangkan material baja tulangan menggunakan tulangan < 14 mm $f_y = 240$ Mpa (polos), dan tulangan ≥ 14 mm $f_y = 320$ Mpa (ulir). Berikut ini merupakan mutu bahan yang digunakan :

- Mutu beton : $f'c$ 25 Mpa (K.250), Modulus Elastisitas Beton ($E = 4700\sqrt{23500}$ Mpa)
- Modulus elastisitas beton : $4700 \sqrt{f'c} = 23500$ Mpa
- Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m^3
- Mutu baja : $f_y = 420$ MPa , $f_u = 525$ MPa (BjTS 420B)
 $f_y = 280$ MPa , $f_u = 350$ MPa (BjTP 280)
- Modulus elastisitas baja : 200.000 MPa
- Berat jenis Baja : 7850 kg/m^3

Dimensi Penampang Struktur

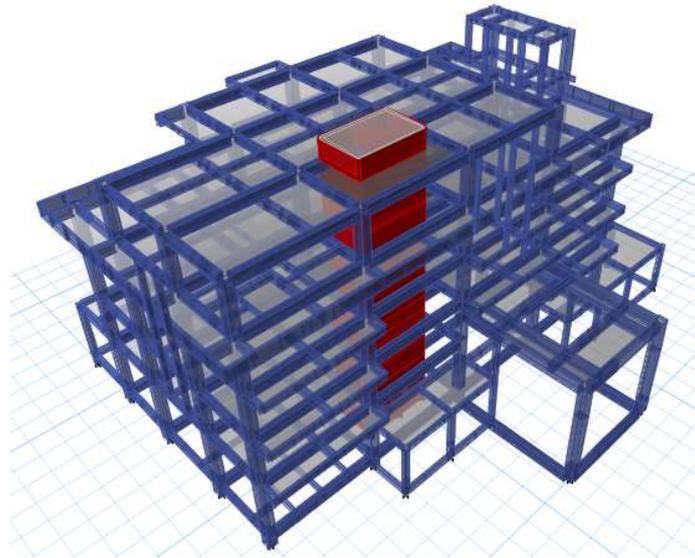
Dimensi elemen struktur yang digunakan sebagai metode pengolahan data adalah kolom yang digunakan sesuai dengan hasil survey lapangan atau kondisi lapangan. Berikut ini merupakan dimensi struktur pada tabel. 3.1 :

Tabel 3.1 Dimensi Penampang Kolom dan Balok

| Jenis | Lebar (cm) | Tinggi (cm) | Jenis | Lebar (cm) | Tinggi (cm) |
|-------|------------|-------------|-------|------------|-------------|
| BL1 | 35 | 70 | K1 | 60 | 60 |
| BL2 | 40 | 80 | K2 | 25 | 40 |
| BL3 | 30 | 50 | K3 | 12 | 45 |
| BL3a | 30 | 50 | K4 | 12 | 35 |
| BL4 | 25 | 40 | RB1 | 15 | 45 |
| BL5 | 18 | 25 | SL1 | 40 | 70 |
| BL6 | 12 | 40 | SL2 | 35 | 70 |
| BL7 | 15 | 50 | SL3 | 30 | 50 |
| BL8 | 15 | 90 | SL4 | 25 | 40 |
| BL9 | 25 | 60 | SL5 | 18 | 40 |

Hasil Pemodelan

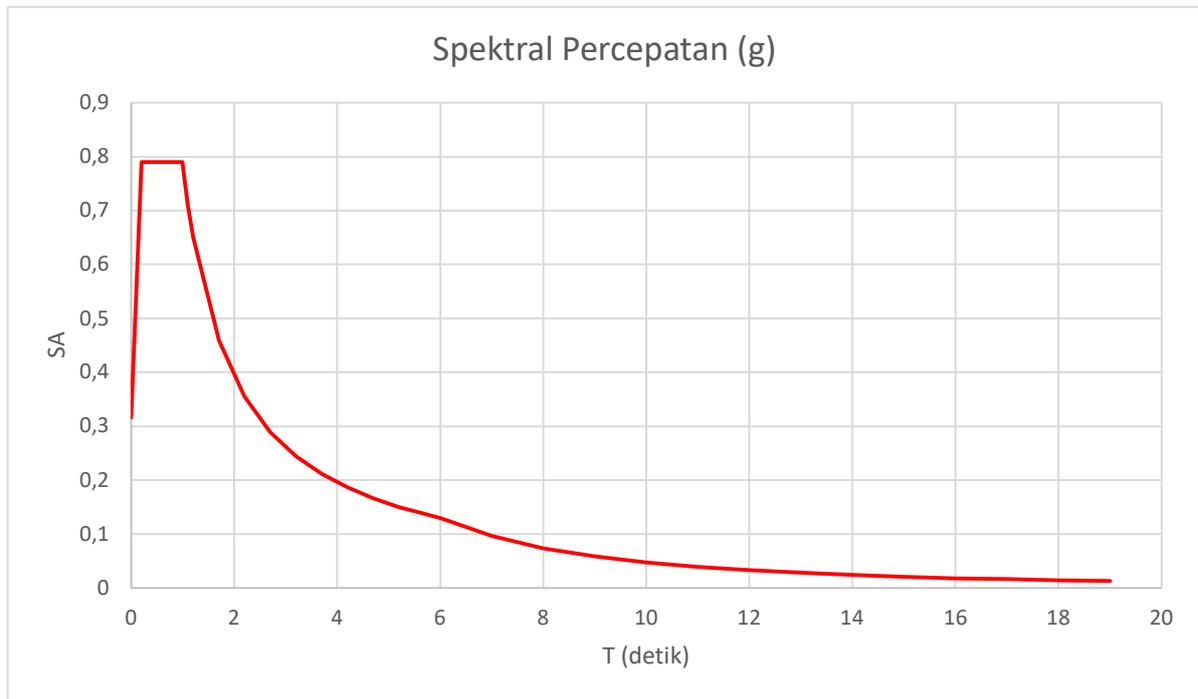
Setelah memasukan data material dan data struktur, lalu memodelkan sesuai dengan grid yang telah dibuat sebelumnya. Berikut adalah hasil pemodelan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Hasil permodelan 3D bangunan Gedung A1 dengan ETABS Data riwayat gempa
 Dalam analisis ini digunakan hasil rekaman akselerogram dari BMKG Aceh yang merupakan data percepatan tanah akibat gempa. Untuk data keadaan tanah dilapangan adalah sebagai berikut :

- a. Lokasi bangunan : Kota Baru, Banda Aceh
- b. Koordinat : N 5° 57'20.546" E 95° 34'35.349"
- c. Tanah dasar : Tanah Lunak
- d. Kategori desain seismic : E
- e. I (faktor keutamaan gempa) : 1,0
- f. R (faktor reduksi gempa) : 8
- g. SS (g) : 1,43
- h. S1 (g) : 0,56
- i. SD1 (g) : 0,7765
- j. SDS (g) : 0,7894

Adapun gambar hasil dari penginputan untuk menentukan jenis kelas tanah yang diperoleh dari desain spectra Indonesia melalui internet dengan alamat web : puskim.pu.go.id seperti terlihat pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Respon Spektra

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3.1 Partisipasi massa ragam efektif

| Case | ItemType | Item | Static | Dynamic |
|-------|--------------|------|--------|---------|
| | | | % | % |
| Modal | Acceleration | UX | 100 | 95,91 |
| Modal | Acceleration | UY | 100 | 95,10 |

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan bahwa nilai partisipasi massa ragam efektif pada gedung untuk arah X sebesar 95,91% dan untuk arah Y sebesar 95,10%. Dari hasil ini sudah memenuhi ketentuan batas SNI 1726:2019 yaitu faktor partisipasi massa ragam efektif minimum sebesar 90 %.

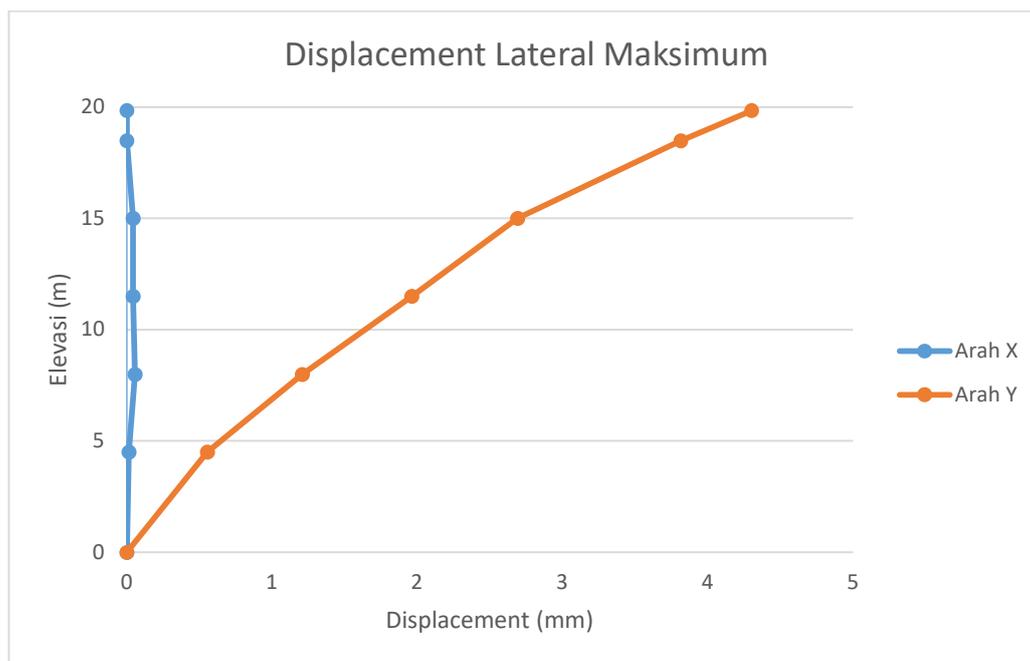
Tabel 3.2 Nilai Base Shear

| Base Shear | | | Ket. |
|-----------------------|-----------|-----------|------|
| Vx | Vy | V | |
| (kN) | (kN) | (kN) | |
| 2,47x10 ⁻⁶ | 2302,1099 | 2302.7697 | Ok |

Dari Tabel 3.2 diatas dapat dilihat nilai base shear yang didapatkan pada ETABS yaitu untuk arah X sebesar 2,47x10⁻⁶ kN dan arah Y sebesar 2302,1099 kN. Sedangkan dari perhitungan, nilai base shear yaitu sebesar 2302.7697 kN.

Tabel 3.3 Nilai *Displacement Maximum*

| Story | Elevation | X-Dir | Y-Dir |
|-----------------|-----------|-------|-------|
| | (m) | (mm) | (mm) |
| Atap Shear Wall | 19.85 | 0 | 4.302 |
| Atap Dak | 18.5 | 0 | 3.814 |
| LT5 | 15 | 0.043 | 2.690 |
| LT4 | 11.5 | 0.043 | 1.963 |
| LT3 | 8 | 0.056 | 1.207 |
| LT2 | 4.5 | 0.015 | 0.554 |
| LT1 | 0 | 0 | 0 |



Gambar 4.1 Grafik *displacement*

Pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.1 dapat dilihat nilai *displacement* pada setiap *Envelope* kombinasi beban untuk arah x dan y. Nilai *displacement* arah x dan y menunjukkan *displacement* terbesar terjadi pada LT3 (elevasi 8 m) dengan jarak 0,056 mm untuk arah x sedangkan arah y terjadi pada atap *shear wall* (elevasi 19.85 m) dengan jarak 4.302 mm.

2. Hasil dari pemodelan 3D dengan program ETABS v.20 didapatkan nilai simpangan yang terbesar untuk arah x yaitu 12,705 mm pada lantai 3, sedangkan arah y yaitu 14,229 mm pada atap dak. Semua jarak simpangan antar lantai tidak ada yang melewati batas izin simpangan.
3. Simpangan antar lantai pada struktur gedung ini masih dalam batas izin sesuai SNI 1726-2019.

5. Acknowledgment

Penulis mempunyai beberapa saran, bila di masa depan dilakukan penelitian lanjutan :

1. Analisis *Statik Ekuivalen* perlu dicoba pada gedung-gedung lainnya untuk mengetahui perilaku seismik gedung tersebut.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan melalui penambahan metode analisis lainnya seperti analisis *pushover dam modal pushover analysis* serta memberi evaluasi kinerja sesuai dengan metode yang akan digunakan.

6. Daftar Pustaka

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2013. Standar Nasional Indonesia (SNI 2847 –2013) tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2020. Standar Nasional Indonesia 1727- 2020: Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- [3] Diphohusodo, I. 1993. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. cetakan kedua, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Irpan Rifandi¹, Eko Walujodjati (2020) “Analisis Beban Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726-2019 pada Gedung IPAL”.
- [5] Nurul Anggraini Usmat I., Imran Imran., Mufti A. Sultan. 2019. Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa. Universitas Khairun, Ternate.
- [6] Poerbo, H. 2000. Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi. Jilid Dua, Djambatan, Jakarta.
- [7] Schodek, D. 1998. *Struktur*. Cetakan Ketiga, PT. Refika Aditama, Bandung.
- [8] Suharjanto. 2012. *Rekayasa Gempa*. Kepel Press: Yogyakarta.
- [9] Widodo. 2017. *Analisa Dinamika Struktur*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [10] Firnando, N. (2016) ‘*Penilaian Kriteria Green Building Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara*’, Jurnal Teknik Sipil, pp. 1–16.
- [11] Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6386-2000 ‘Spefifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan’. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [12] Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6197-2000 ‘Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan’. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [13] Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6196-2000 ‘Prosedur Audit Energi Pada Pembangunan Gedung’. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [14] Badan Standardisasi Nasional, 2004, *Standar Nasional Indonesia Semen Portland Komposit* (SNI 15-7064-2004).
- [15] Tjokrodinuljo, 2007. *Teknologi Beton* (2007) *Teknologi Beton*.